

# Мессбауэровские наблюдения магнитного фазового перехода в твердых растворах $x\text{BiFeO}_3 - (1-x)\text{SrTiO}_3$ ( $x = 0 \div 1.0$ )

А.С. Камзин<sup>1</sup>, Е.П. Смирнова<sup>1</sup>, В.Г. Семенов<sup>2</sup>, Н.В. Зайцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021 Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, 199034 Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: ASKam@mail.ioffe.ru

Композиты, объединяющие материалы, обладающие магнитотвердыми и магнитомягкими, или сегнетоэлектрическими и ферро-/антиферромагнитными свойствами, являются предметом интенсивных исследований в связи с их потенциальным применением в новых типах устройств.

В данной работе представлены результаты систематических мессбауэровских исследований эволюции магнитного фазового перехода в твердых растворах  $x\text{BiFeO}_3(1-x)\text{SrTiO}_3$  сегнето-антиферромагнитного  $\text{BiFeO}_3$  и параэлектрического перовскита  $\text{SrTiO}_3$  при варьировании  $x$  от 0.1 до 1.0 (с шагом 0.1). Интерес к системе твердых растворов  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$  (BFO-STO) вызван тем, что при комнатной температуре было обнаружено возникновение магнитных свойств при  $0.7 \leq x \leq 0.9$  [2] и был сделан вывод, что в системе  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$  при  $x > 0.6$  возникает AFM-переход [3].

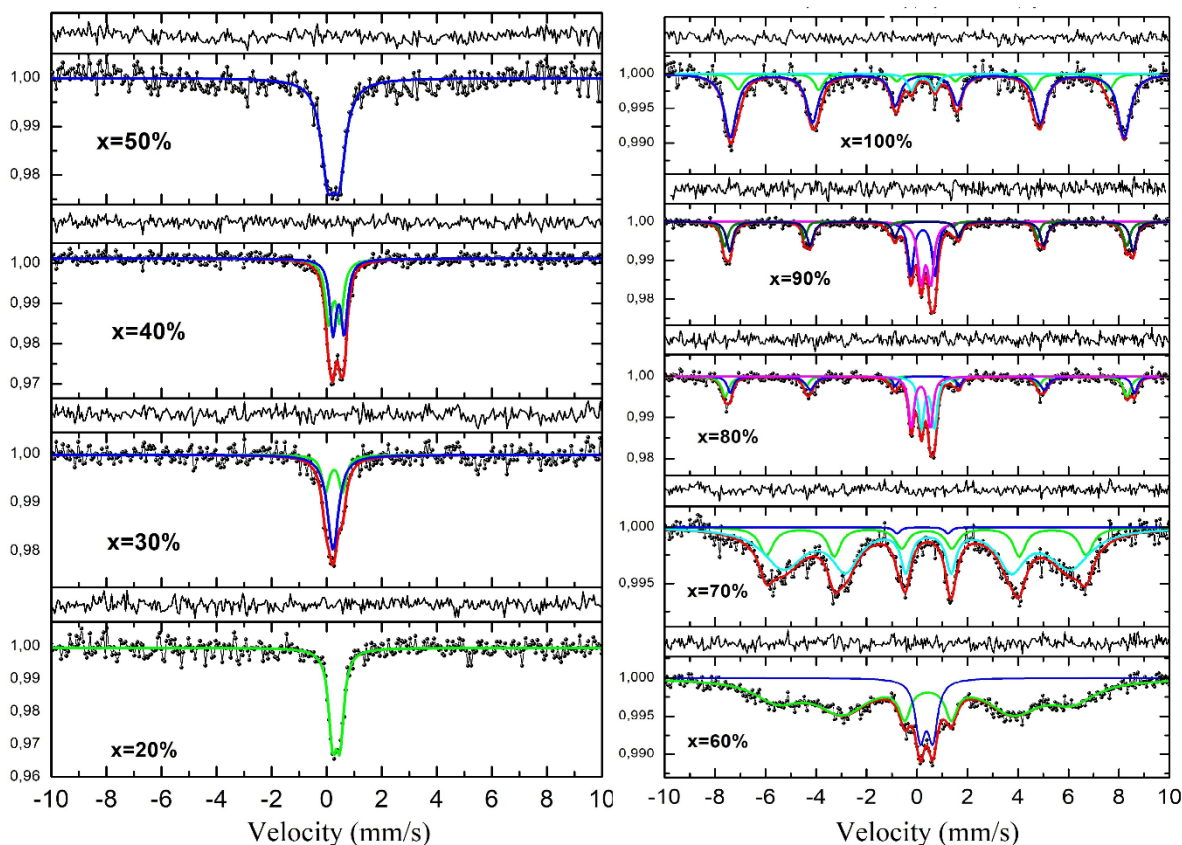


Рисунок 1. Мессбауэровские спектры твердых растворов  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$  ( $x = 0 \div 1.0$ ).

Экспериментальные мессбауэровские спектры (МС) системы твердых растворов  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$ , представленные на Рисунке 1, были обработаны математически с использованием специализированной программы. На основании рассчитанных из МС положений линий поглощения были получены величины параметров сверхтонких взаимодействий (СТВ), а именно: квадрупольных расщеплений (QS), изомерных сдвигов (IS) и эффективных магнитных полей ( $H_{\text{eff}}$ ). Как видно на Рисунке 1, а также анализ параметров СТВ показал, что при содержании в твердом растворе  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$  от 20% до 40% сегнето-антиферромагнитного  $\text{BiFeO}_3$ , на МС наблюдаются только синглет или

дублет, указывающие на парамагнитное состояние твердого раствора в данной области содержания  $\text{BiFeO}_3$ . Когда в твердом растворе количество  $\text{BiFeO}_3$  достигает 50%, на МС спектре появляются линии зеемановского расщепления небольшой интенсивности. По мере увеличения содержания  $\text{BiFeO}_3$  интенсивности линий зеемановского расщепления повышаются, их ширины уменьшаются. Дальнейшее повышение количества  $\text{BiFeO}_3$  от 80% в твердом растворе BFO-STO приводит к тому, что на МС наблюдаются четкие зеемановские линии, принадлежащие сегнето-антиферромагнитной фазе  $\text{BiFeO}_3$ , на фоне которых наблюдаются линии, указывающие на присутствие парамагнитной фазы. При  $x=1.0$  на спектрах наблюдаются линии сегнето-антиферромагнитной фазы  $\text{BiFeO}_3$  [3] на фоне которых присутствуют линии парамагнитного дублета небольшой интенсивности ( $\sim 5\%$ ).

Таким образом, в работе представлены прямые экспериментальные наблюдения эволюции магнитного фазового перехода в твердых растворах  $x\text{BiFeO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$ .

1. А.С. Камзин, Р. Lampen-Kelley, М.Н. Phan. *ФТТ*, 56, 767 (2016).
2. A. Young Kim, Seung Ho Han, Jeong Seog Kim, Chae Cheon, *J. Korean. Cer. Soc.* **48**, 207 (2011).
3. Е.П. Смирнова, А.В. Сотников, Н.В. Зайцева, Н. Schmidt, М. Weihnacht, *ФТТ* **56**, 960 (2014).
4. V. Rusakov, V. Pokatilov, A. Sigov, M. Matsnev, T. Gubaidulina, *J. Mater. Sci. Engineer.* **B4**, 302 (2014).